

Improved acceleration sensor apparatus and method for making same.

Publication number: DE69410749T

Publication date: 1998-10-01

Inventor: JOHNSON LARRY K (US); REIDEMEISTER ERIC P (US); SOUTHWORTH ROBERT O (US); GOGIN MICHAEL D (US); SILVA WILLIAM (US); AMATRUDA ANDREW A (US)

Applicant: TEXAS INSTRUMENTS INC (US)

Classification:

- **international:** G01P1/02; G01P15/125; H01L29/84; G01P1/00; G01P15/125; H01L29/66; (IPC1-7): G01P15/125

- **european:** G01P1/02B; G01P15/125

Application number: DE19946010749T 19941026

Priority number(s): US19930148042 19931104

Also published as:

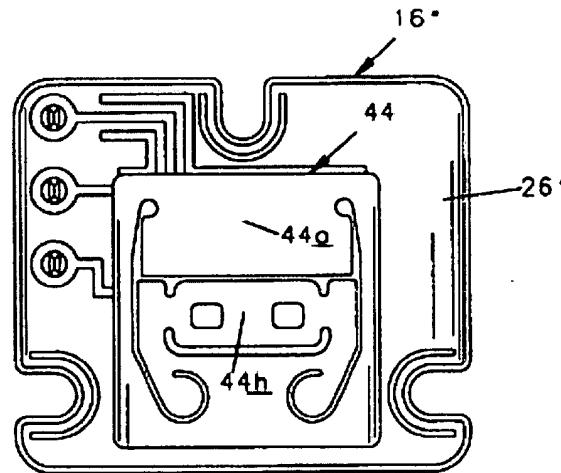
- EP0652440 (A1)
- US5555766 (A1)
- JP7198746 (A)
- EP0652440 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69410749T

Abstract of corresponding document: **EP0652440**

An acceleration sensor is shown having a substrate (16, 16', 16", 16'') on which a capacitor detect plate (24) and source plate mounting portion (28c) are disposed. An electrically conductive blade member (40, 44) having an attachment portion (40a, 44h), a source plate portion (40i, 44a) and integrally attached beams (40b, 40c; 44b) extending along opposite sides of the blade member is mounted on the substrate by welding the attachment portion to a mounting element (36, 36', 36", 36'') which is closely received in a bore (32, 32', 32", 32'') formed through the substrate at the source plate mounting portion. The mounting element or the bore is formed with a surface suitable for forming an interference fit and for making electrical engagement with a conductive layer received in the bore. The mounting element has one end (36b, 36b', 36b'') which extends above the top surface (26, 26") an adjustable selected amount (s) to provide desired spacing between the source plate portion and the detect plate. A single mounting element of a pair of mounting elements can be used and may be in the form of a solid (36, 36", 36'') or a hollow (36') pin.



F I G . 1 6 .

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Übersetzung der
europäischen Patentschrift
(7) EP 0 652 440 B 1
(10) DE 694 10 749 T 2

(51) Int. Cl. 6:
G 01 P 15/125

DE 694 10 749 T 2

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 694 10 749.2
(86) Europäisches Aktenzeichen: 94 307 880.8
(86) Europäischer Anmeldetag: 26. 10. 94
(87) Erstveröffentlichung durch das EPA: 10. 5. 95
(87) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 3. 6. 98
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 1. 10. 98

(30) Unionspriorität:
148042 04. 11. 93 US

(73) Patentinhaber:
Texas Instruments Inc., Dallas, Tex., US

(74) Vertreter:
Prinz und Kollegen, 81241 München

(84) Benannte Vertragstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(12) Erfinder:
Johnson, Larry K., North Attleboro, MA 02760, US;
Reidemeister, Eric P., Norton, MA 02766, US;
Southworth, Robert O., Pawtucket, RI 02860, US;
Gouin, Michael D., North Smithfield, RI 02896, US;
Silva, William, Taunton, MA 02780, US; Amatruda,
Andrew A., Jr., Attleboro, MA 02703, US

(54) Verbesserter Beschleunigungsmessaufnehmer sowie Verfahren zu dessen Herstellung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 10 749 T 2

19.05.98

EP 0 652 440 (94307880.8-2213)

Diese Erfindung betrifft allgemein Lagesensoren und insbesondere Beschleunigungsmesser mit einer auf eine Beschleunigung ansprechenden mechanisch beweglichen Einrichtung zum Erzielen eines entsprechenden elektrischen Signals.

Lagesensoren, wie kapazitive Beschleunigungsmesser und ähnliche Einrichtungen verschiedener Typen, wie sie im US-Patent 4 483 194 von Rudolph, im US-Patent 4 435 737 von Colton, im erneut herausgegebenen US-Patent 31 549 von Block und im US-Patent 3 240 073 von Pitzer dargestellt sind, werden üblicherweise bei Flugzeug- und Fahrzeuganwendungen und ähnlichem verwendet oder es wurde ihre Verwendung bei diesen vorgeschlagen, wo es wahrscheinlich ist, daß die Sensoren Erschütterungen, Schwingungen und starken Temperaturänderungen ausgesetzt sind, wo es jedoch wünschenswert wäre, wenn die Sensoren kostengünstig wären und über eine lange Lebensdauer zuverlässige und genaue Funktionskennwerte aufweisen würden. Viele dieser Sensoren haben jedoch eine begrenzte Funktionsfähigkeit oder werden unter sehr hohen Kosten hergestellt. Es wäre wünschenswert, wenn diese Sensoren mit einer verbesserten Zuverlässigkeit der Funktionsweise versehen werden könnten und zu verringerten Kosten hergestellt werden könnten, um breitere Anwendungen zu finden.

In EP 0 491 506 sind einige kapazitive Beschleunigungsmeßvorrichtungen offenbart, bei denen eine Platte auf einem Substrat befestigt, jedoch in einem Abstand zu diesem angeordnet ist. Die Platte enthält einen am Substrat angebrachten Anbringungsabschnitt, einen Quellenplattenabschnitt, dessen Abstand vom Substrat sich ansprechend auf eine Beschleunigung ändert, sowie einen den Anbringungsabschnitt und den Quellenplattenabschnitt verbindenden Trägerabschnitt. Eine Nachweisplatte ist auf der dem Quellenplattenabschnitt gegenüberliegenden Fläche des Substrats angeordnet, und die Kapazität zwischen diesen beiden wird gemessen, um die Beschleunigung der Vorrichtung zu bestimmen. In einem Beispiel ist der Abstand zwischen der Platte und

19.05.98

2

dem Substrat durch einen flachen Abstandshalter oder ein flaches Zwischenstück festgelegt, das zwischen der Platte und dem Substrat angeordnet ist, und die Platte, der Abstandshalter und das Substrat sind mit einem Klebstoff zusammengehalten. In einem zweiten Beispiel sind die Platte, der Abstandshalter und das Substrat zusammengenietet. In einem dritten Beispiel ist der Anbringungsplattenabschnitt dicker als der Rest der Platte, so daß die Platte einen integriert ausgebildeten Abstandshalter aufweist.

Durch die Verwendung eines Zwischenstücks werden jedoch ein zusätzliches Teil und ein zusätzlicher Prozeßschritt hinzugefügt, was ebenfalls zu den Kosten der Vorrichtung beiträgt. Wenn ein Zwischenstück verwendet wird, ist es weiterhin schwierig, von Vorrichtung zu Vorrichtung eine genaue Kontrolle der Abmessungen zu erreichen. Die Verwendung einer Metallplatte mit einem Abschnitt mit verringelter Dicke führt zu einem kostspieligeren Blattelement, bei dem es schwierig ist, einen richtig ausgeglichenen und montierten Quellenplattenabschnitt zu erzielen.

In EP 0 542 436 sind ähnliche Beschleunigungsmeßvorrichtungen wie in EP 0 491 506 offenbart. In einem Beispiel wird der Anbringungsabschnitt der Platte mit einem Lötmittel am Substrat befestigt, wobei sich die Nachweisplatte in einer Vertiefung im Substrat befindet. Ein Annieten und ein Kleben mit Epoxidharz sind als alternative Befestigungsverfahren erwähnt. Alternativ wird der Abstand zwischen der Platte und dem Substrat durch als Abstandshalter zwischen ihnen verwendete Glasstäbe festgelegt, wobei die Baugruppe mit leitendem Klebstoff zusammengehalten wird.

Wenngleich in Übereinstimmung mit den Lehren aus der oben angegebenen Patentanmeldung hergestellte Vorrichtungen sehr wirkungsvoll sind und gut arbeiten, ist die Verwendung eines Lötmittels zum Befestigen mit einem relativ zeitaufwendigen Aufschmelzprozeß verbunden, und es ist dabei eine Flußmittelreinigung erforderlich. Weiterhin besteht eine Tendenz, daß sich durch ein Lötmittel verbundene Elemente infolge eines sogenann-

19.05.98

3

ten Kaltfließens des Lötmittels im Laufe der Zeit etwas bewegen, wodurch die Kalibrierung der Vorrichtung negativ beeinflußt wird.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen verbesserten Beschleunigungssensor zu erzielen, einen neuartigen und verbesserten Beschleunigungssensor zu erzielen, der für Fahrzeuganwendungen besonders angepaßt ist, ein verbessertes bewegliches Blatt und ein verbessertes Verfahren zum Anbringen des beweglichen Blatts am Beschleunigungssensor sowie eine durch dieses Verfahren erzielte Struktur zu erzielen, eine Beschleunigungsmeßvorrichtung mit geringeren thermischen Fehlern zu erzielen als sie Beschleunigungsmeßvorrichtungen aus dem Stand der Technik aufweisen und einen Beschleunigungssensor zu erzielen, der einen kompakten robusten Aufbau aufweist und dennoch relativ kostengünstig herzustellen ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Beschleunigungssensor vorgesehen, enthaltend

ein Substrat mit einer oberen und einer unteren Fläche, die einander gegenüberstehen, wobei wenigstens die obere Fläche elektrisch isolierend ist,

eine an der oberen Fläche des Substrats befestigte elektrisch leitende Nachweisplatte,

eine sich von der oberen zur unteren Fläche durch das Substrat erstreckende Bohrung,

ein in der Bohrung angeordnetes Befestigungselement,

ein elektrisch leitendes Metallblattelelement mit einem Anbringungsabschnitt, einem Quellenplattenabschnitt und einer sich zwischen dem Anbringungsabschnitt und dem Quellenplattenabschnitt erstreckenden integriert ausgebildeten elastischen Trägereinrichtung und

elektrisch leitende Schaltungswege, von denen einer elektrisch mit der Nachweisplatte verbunden ist,

wobei der Quellenplattenabschnitt unter Bildung eines Kondensators in einem gewählten Abstand über der Nachweisplatte

19.05.98:

4

liegt und bezüglich der Nachweisplatte auf eine Beschleunigungskraft ansprechend beweglich ist, um ein elektrisches Signal zu erzielen,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Befestigungselement elektrisch leitend ist,

daß das Befestigungselement ein Ende aufweist, das sich um eine gewählte Strecke über die obere Fläche des Substrats erstreckt,

daß der Anbringungsabschnitt des Blattelements am sich über die obere Fläche des Substrats erstreckenden Befestigungselement fest angebracht und elektrisch damit verbunden ist,

daß das Befestigungselement einen äußeren Flächenabschnitt aufweist, der in die Bohrung eingreift und bei dem eine zwischen 10 und 200 Pfund (zwischen 44 und 890 N) liegende Kraft zum Einführen des Befestigungselements in die Bohrung erforderlich ist, um das Befestigungselement nach dem Einführen genau und fest an seiner Stelle zu halten, während dennoch eine Bewegung und Einstellungen des Befestigungselements für ein nach dem Einführen stattfindendes Kalibrieren ermöglicht sind,

und daß einer der elektrisch leitenden Schaltungswege auch elektrisch mit dem Befestigungselement verbunden ist.

Kurz gesagt ist eine Basis, bei der wenigstens die obere Fläche aus einem elektrisch isolierenden Material besteht, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung auf einer oberen Fläche mit einer elektrisch leitenden Nachweisplatte und mit wenigstens einer zwischen der oberen und der unteren Fläche liegenden Bohrung versehen. Eine elektrisch leitende Metallplatte oder ein elektrisch leitendes Metallblatt ist mit einem Anbringungsabschnitt, einem Quellenplattenabschnitt und einer integriert ausgebildeten Trägereinrichtung, die den Anbringungsabschnitt mit dem Quellenplattenabschnitt verbindet, versehen. Der Anbringungsabschnitt ist beispielsweise durch Schweißen fest am Ende eines elektrisch leitenden Elements, wie eines in die Bohrung eingeführten Voll- oder Hohlstifts, angebracht, wobei sich der Quellenplattenabschnitt in einem gewählten Abstand von der Nachweisplatte befindet und wobei sich das Element in elektrischem Eingriff mit einem leitenden Weg befindet, der sich von

19.05.90

5

der oberen Fläche des Substrats in die Bohrung hinein erstreckt. Gemäß einem Merkmal der Erfindung kann die axiale Position des Stifts, sobald das Metallblatt am Stift befestigt worden ist, so eingestellt werden, daß zwischen der Nachweisplatte und dem Quellenplattenabschnitt ein gewähltes Kapazitätsniveau erzielt wird. Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird der leitende Weg durch Siebdruck auf der oberen Fläche und durch Ziehen des flüssigen Beschichtungsmaterials mittels eines Vakuums durch einen ringförmigen Raum hindurch, der zwischen der Wand der Bohrung und einem während des Beschichtungsschritts in der Bohrung angeordneten Einsatzes festgelegt ist, gebildet. Die Bohrung ist speziell mit einem strömungsinduzierenden Eingang, einem Gratanpassungsbereich und einem Strömungsunterbindungsausgang versehen. Gemäß einer anderen Ausführungsform ist der Stift entlang wenigstens eines Abschnitts seiner Länge gerändelt, während er bei einer anderen Ausführungsform mit mehreren sich in Längsrichtung erstreckenden Rippen versehen ist, deren Außenfläche Kreisbögen bildet, deren Durchmesser derart ist, daß in der Bohrung ein Preßsitz erzielt wird. Bei einer anderen Ausführungsform ist der Stift rohrförmig und weist ein geschlossenes Ende auf, das zu einer Schweißvorsprungsfläche ausgebildet ist. Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Bohrung mit mehreren Keilen oder anderen nach innen vorstehenden Flächenabschnitten versehen, und der Stift ist mit einer herkömmlichen zylindrischen Wandfläche versehen. Gemäß einer anderen Ausführungsform sind ein Paar Bohrungen in der Basis gebildet und ein Paar Stifte am Anbringungsabschnitt angebracht und in die jeweiligen Bohrungen eingeführt, um jede mögliche Drehbewegung der Stifte zu verhindern. Gemäß einem Merkmal der Erfindung können der Stift (die Stifte) und eine leitende Metallplatte beide aus dem gleichen Material, beispielsweise Legierung 42 (Alloy 42), bestehen, wenn das Substrat aus Al₂O₃-Keramik besteht, um eine gute Übereinstimmung mit den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Substrats zu erzielen. Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist der Anbringungsabschnitt des Metallblattelements an einem Endabschnitt des Blatts angeordnet, während er bei einer anderen Ausführungsform in der Mitte des Blattelements angeordnet ist,

19.05.96

6

um einen bezüglich des Anbringungsorts ausgerichteten Schwerpunkt des Blattelements zu erzielen. Ein weiterer Vorteil des mittleren Anbringungsabschnitts besteht darin, daß dadurch ein geringerer Abstand zwischen dem Anbringungsort und dem seismischen Schwerpunkt erzielt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Aufgaben, Vorteile und Einzelheiten des erfindungsgemäß neuartigen und verbesserten Beschleunigungsmeßsensors und des Verfahrens zum Herstellen des Sensors erscheinen in der folgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung, wobei sich die detaillierte Beschreibung auf die Zeichnung bezieht, in der:

Fig. 1 eine Draufsicht eines gemäß der Erfindung hergestellten Beschleunigungssensors ist;

Fig. 2 eine Draufsicht eines beim Sensor aus Fig. 1 verwendeten Basiselements ist;

Fig. 3 ein teilweise als Schnitt ausgeführter Seitenriß des in Fig. 1 dargestellten Sensors ist;

Fig. 4 eine Draufsicht eines im größeren Maßstab dargestellten bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung verwendeten Substrats ist;

Fig. 5 eine vergrößerte Ansicht eines entlang einer Linie 5-5 aus Fig. 4 vorgenommenen Schnitts ist;

Fig. 5a eine vergrößerte Ansicht eines Schnitts ist, der durch einen Abschnitt eines Substrats vorgenommen wurde, das als mit einer in einer Bohrung im Substrat aufgenommenen Siebdruckbefestigung versehen dargestellt ist;

Fig. 5b eine von unten betrachtete Draufsicht des Substrats und der Befestigung aus Fig. 5a ist;

19.05.96

7

Fig. 6 eine Draufsicht eines in vergrößertem Maßstab dargestellten Blattelements ist, das zusammen mit dem Substrat aus Fig. 4 verwendet wird, um einen Sensor zu bilden, der dafür ausgelegt ist, im Sockelelement aus Fig. 2 aufgenommen zu werden;

Fig. 7 eine Schnittansicht eines in vergrößertem Maßstab dargestellten Abschnitts eines Substrats und eines Blattelements in einer Aufnahme bei der Vorbereitung zum Anbringen des Blattelements an einem bei einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung vorgesehenen Träger ist;

Fig. 7a eine vergrößerte Schnittansicht eines Abschnitts eines bei der Ausführungsform aus Fig. 7 verwendeten Teils zum Anbringen eines Blattelements ist;

Fig. 8 eine Draufsicht des in verkleinertem Maßstab dargestellten Substrats aus Fig. 4 ist, auf dem das Blattelement aus Fig. 6 befestigt ist;

Fig. 9 eine Draufsicht eines im gleichen Maßstab wie in Fig. 8 dargestellten modifizierten Substrats ist, das zusammen mit dem Blattelement aus Fig. 6 nützlich ist;

Fig. 10 eine Draufsicht eines in vergrößertem Maßstab dargestellten modifizierten Blattelements ist, das beim Beschleunigungssensor aus Fig. 1 nützlich ist;

die Figuren 11 und 12 eine Vorderansicht bzw. eine Draufsicht eines in vergrößertem Maßstab dargestellten bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung verwendeten Teils zum Befestigen eines Blattelements sind;

die Figuren 13 und 14 eine Draufsicht bzw. eine Vorderansicht eines zur Verwendung mit dem Blattelement aus Fig. 10 ausgelegten Substrats sind;

19.05.90

8

Fig. 15 eine vergrößerte Ansicht eines entlang einer Linie 15-15 aus Fig. 14 vorgenommenen Schnitts ist;

Fig. 16 eine Draufsicht des Substrats aus Fig. 13 ist, auf dem das Blattelelement aus Fig. 10 befestigt ist;

Fig. 17 eine Fig. 15 ähnelnde vergrößerte Schnittansicht ist, wobei das Blattelelement aus Fig. 10 jedoch auf dem Stift aus Fig. 11 befestigt ist, und

Fig. 18 eine Draufsicht eines Abschnitts eines Substrats mit einer mit Keilen versehenen Bohrung ist, die zum Aufnehmen eines zylindrischen Standardteils zum Anbringen eines Blattelelements geeignet ist.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Mit Bezug auf die Figuren 1 - 3 der Zeichnung sei bemerkt, daß ein gemäß der Erfindung hergestellter Beschleunigungssensor 10 ein Gehäuse 12 mit geeigneten Befestigungsstreifen 14 zum Anbringen an einem Körper, wie beispielsweise ein Fahrzeug, aufweist, dessen Beschleunigung überwacht werden soll. Ein in Fig. 4 dargestelltes Substrat 16, das aus einem geeigneten Material, wie elektrisch isolierendem Aluminiumoxid Al_2O_3 , besteht, ist mit Schlitten 18 versehen, die dafür ausgelegt sind, Befestigungsstäbe 20 in einer Ausnehmung 22 der Basis 12 aufzunehmen. Es sei bemerkt, daß das Substrat aus verschiedenen Materialien, wie beispielsweise einem Metall, mit einer, falls dies erwünscht ist, elektrisch isolierenden oberen Fläche zusammengesetzt sein kann. Das Substrat 16 ist an einer oberen Fläche 26 mit einer elektrisch leitenden Nachweisplatte 24 versehen. Die Platte 24 kann in jeder geeigneten Weise, beispielsweise durch Siebdruck, auf dem Substrat angeordnet sein. Zugeordnete Schaltungswege 28a, 28b, 28c sind in ähnlicher Weise ebenfalls auf der Fläche 26 gebildet. Eine Bohrung 32 ist sich durch das Substrat 16 hindurch erstreckend am Quellenplatten-Befestigungsabschnitt 28c ausgebildet und an der oberen Fläche 26 mit einer flachen Ausnehmung 32a (Fig. 5) und auf der Unterseite 34

19.05.96

9

mit einer im Vergleich dazu größeren die Bohrung 32 umgebenden Ausnehmungsrinne 32b versehen. Ein Befestigungselement in Form eines Stifts 36, das aus einem Material mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten besteht, der mit demjenigen des Substrats 16 gut übereinstimmt, ist in der Bohrung 32 aufgenommen. Wenn das verwendete Substrat beispielsweise aus 94prozentiger Aluminiumoxidkeramik besteht, kann der Stift 36 aus Legierung 42 (Alloy 42), einer Legierung mit einer nominellen Zusammensetzung von 42 Gewichtsprozenten Nickel und restlichem Eisen gebildet sein. Die Legierung 42 und das 94prozentige Aluminiumoxid haben im Temperaturbereich zwischen 25° C und 100° C Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa $6,0 \times 10^{-6}$ cm/cm/°C und im Bereich zwischen - 40° C und 125° C ein vergleichbares Ausdehnungsverhalten. Der Stift 36 ist mit einem gerändelten Oberflächenabschnitt 36a versehen, der sich für einen gewählten longitudinalen Teil seiner Länge um seinen Umfang herum erstreckt, um in der Bohrung 32 einen Preßsitz zu bilden. Für eine Bohrung im Bereich von 0,094/0,096 Zoll (2,39/2,44 mm) kann der Durchmesser des Stifts 36 im Bereich von 0,099/0,097 Zoll (2,51/2,46 mm) liegen, so daß eine zwischen etwa 10 und 200 Pfund (zwischen etwa 44 und 890 N) liegende Kraft erforderlich ist, um den Stift in die Bohrung einzuführen, ohne das Substrat zu brechen. Ein Stift 36 ist an beiden Enden mit einem gekrümmten Endabschnitt 36b versehen, der als ein Schweißvorsprung dient.

Vorzugsweise besteht wenigstens der Schaltungsriegel 28c aus metallorganischem Gold, um einen weniger als einen Mikrometer messenden an der Oberfläche liegenden leitenden Weg an der die Bohrung 32 definierenden Wand zu erzielen, der nicht durch den Stift 36 abgerieben wird, wenn er in die Bohrung 32 eingeführt wird. Die Ausnehmung 32a ist vorzugsweise in der oberen Fläche 26 ausgebildet, um eine strömungsinduzierende Fläche zu bilden. Es wurde herausgefunden, daß eine in Fig. 5a dargestellte kegelstumpfförmige Rampe mit einem spitzen Winkel α von beispielsweise 13° bezüglich der Fläche 26 geeignet ist, das Einströmen von Beschichtungsmaterial in die Bohrung zu fördern. Die Rampe 32a geht in einen bei etwa 0,002 Zoll (0,05 mm) unterhalb der oberen Fläche 26 am Eingang eines Gratanpassungsbe-

19.05.96

10

reichs 33a ausgebildeten Radius 33 von etwa 0,025 Zoll (0,64 mm) über. Hierdurch wird oberhalb des Radius ausreichend Material bereitgestellt, so daß ein Schleifen der oberen Fläche zum Erzielen einer glatten ebenen Fläche den Radius nicht beeinflußt, und es wird eine glatte allmählich gekrümmte Fläche geben, auf der das flüssige Beschichtungsmaterial während des Siebdruckprozesses strömen kann. Der zwischenstehend angeordnete Gratanpassungsbereich 33a wird vorzugsweise verwendet, um ausreichend Platz sowie eine Versenkung für einen Grat, der auftreten könnte, wenn ein Befestigungsstift von der Fläche 26 her in die Bohrung 32 eingeführt wird, zur Verfügung zu stellen, um jeglichen Preßsitz mit dem Schweißvorgang oder dem Blatt zu verhindern. Eine Übergangsfläche 33b erstreckt sich vom Bereich 33a zur Bohrung 32 und ist um einen geeigneten Winkel von beispielsweise 35 - 45° gegen die Längsachse der Bohrung 32 geneigt, um zu gewährleisten, daß das in die Bohrung eingebrachte Beschichtungsmaterial nicht unterbrochen wird. Andererseits ist die Ausnehmungsrinne 32b an der unteren Fläche 34 mit einem Flächenabschnitt 32c versehen, der mit der die Bohrung 32 definierenden Wand vorzugsweise einen Winkel von 90° oder mehr einschließt, so daß die Strömung jeglichen im Boden der Bohrung aufgenommenen Beschichtungsmaterials unterbrochen wird, um den leitenden Weg zu unterbrechen und jegliche Möglichkeit eines zur Bodenfläche 34 verlaufenden elektrischen Kurzschlußwegs zu verhindern. Die Rinne 32b kann zweckmäßigerverweise auch ein Epoxidharz aufnehmen, das, falls gewünscht, als ein zusätzlicher Sperrmechanismus für den Stift vorgesehen werden kann, sobald die Vorrichtung kalibriert worden ist, wie weiter unten erörtert wird. Wie in Fig. 5a dargestellt ist, wird vorzugsweise ein Siebdruck-Befestigungsstift 32d verwendet, wenn die leitenden Schichten durch Siebdruck auf das Substrat 16 aufgebracht werden. Der Stift 32d weist einen äußeren fernen Stababschnitt 32e auf, dessen Außendurchmesser so gewählt ist, daß er geringfügig kleiner ist als der Durchmesser der Bohrung 32, um zwischen dem Stift und der die Bohrung 32 definierenden Wand eine ringförmige Öffnung zu definieren, so daß das Beschichtungsmaterial in unmittelbarem Kontakt mit der Wand durch die ringförmige Öffnung strömt, um zu gewährleisten,

19.05.96

11

daß die ganze Wandoberfläche beschichtet wird. Ein Abschnitt 32f des Stifts 32d paßt genau in die Bohrung 32 und zentriert den Stab 32e innerhalb der Bohrung, während Bohrungen 32g Kanäle zum Anwenden eines durch einen Pfeil 32i bezeichneten geeigneten Vakuums bieten, um das Beschichtungsmaterial in die Bohrung hinabzuziehen. Bei einer 0,099 - 0,097 Zoll (2,51 - 2,46 mm) messenden Bohrung bietet ein ferner Stababschnitt 32e mit einem Durchmesser von etwa 0,082 - 0,088 Zoll (2,08 - 2,24 mm) einen geeigneten ringförmigen Durchlaß zwischen dem Substrat und dem etwa 0,005 - 0,009 Zoll (0,13 - 0,23 mm) messenden fernen Stababschnitt 32e zur Verwendung mit metallorganischem Gold.

Nach dem Abschluß des Beschichtungsvorgangs führt das Einführen des Stifts 36 in die Bohrung 32 unter Verwendung eines Preßsitzes dazu, daß die gerändelte Oberfläche 36a eine elektrische Verbindung mit dem Material 28c an der die Bohrung 32 definierenden Wand herstellt.

Ein in Fig. 6 dargestelltes elektrisch leitendes Blattelement 40 vom in der oben erwähnten anhängigen Anmeldung mit der laufenden Nummer 07/790 956 offenbarten Typ, das aus dem gleichen Material wie der Stift 36, beispielsweise Legierung 42, bestehen kann, weist einen Anbringungsabschnitt 40a auf, der durch Widerstandsschweißen oder ähnliches am Schweißvorsprung 36b am Stift 36 angebracht ist. Das Blattelement 40 weist einen ersten integriert angebrachten Träger 40b und einen zweiten integriert angebrachten Träger 40c auf, die sich auf entgegengesetzten Seiten des Blatts 40 vom Anbringungsabschnitt 40a weg und zu einem jeweiligen fernen Ende 40d, 40e hin erstrecken. Ein dritter Träger 40f und ein vierter Träger 40g erstrecken sich seitlich von den fernen Enden zu einem mittleren Abschnitt 40h, der an einem Quellenplattenabschnitt 40i angebracht ist, der sich zum Anbringungsabschnitt 40a zurückstreckt. Der Anbringungsabschnitt 40a ist derart an den Stift 36 angeschweißt, daß der Quellenplattenabschnitt 40i über der Nachweisplatte 24 ausgerichtet ist, wie in Fig. 8 dargestellt ist. Das Schweißen kann vor oder nach dem Einführen des Stifts in die Bohrung 32 vorge-

19.05.90

12

nommen werden. Sobald er eingeführt worden ist, kann der elektrische Durchgang zwischen dem Stift 36 und einem Ausgangsanschlußfleck 28d überprüft werden. Falls der Stift vor dem Einführen in die Bohrung 32 an das Blattelement angeschweißt wird, kann die Kapazität zwischen der Nachweisplatte und dem Quellenplattenabschnitt überwacht werden, indem sie an eine elektrische Quelle angeschlossen werden, wie durch Pfeile T1 und T2 in Fig. 4 angegeben ist. Es wird dann über das Blattelement eine Kraft auf den Stift ausgeübt, durch die der Stift in die Bohrung gedrückt wird, bis ein gewählter Kapazitätswert erreicht worden ist. Falls der Stift vor dem Schweißen in die Bohrung eingeführt wird, kann dies zweckmäßigerweise geschehen, indem der Stift in die Bohrung eingeführt wird, wobei zwischen dem oberen Teil des Stifts und einer Ebene, in der die Nachweisplatte liegt, also der oberen Fläche des Substrats, ein Zwischenraum gelassen wird, der größer ist als der, der das gewählte Kapazitätsniveau liefert, der also größer ist als das in Fig. 15 dargestellte "s", und indem das Blattelement dann an den Stift angeschweißt wird. Die Kapazität wird dann überwacht, wenn eine Kraft über das Blattelement auf den Stift ausgeübt wird, durch die dieser bewegt wird, bis das gewählte Kapazitätsniveau erreicht worden ist. Es wird verständlich sein, daß der Stift auch vor dem Schweißen eingeführt werden könnte, wobei ein kleinerer Zwischenraum gelassen wird als der, der erforderlich ist, um das gewählte Kapazitätsniveau zu erzielen, und es könnte dann eine Kraft über die Bohrung 32 auf den unteren Teil des Stifts ausgeübt werden, wodurch der Stift und das Blattelement von der Nachweisplatte weggedrückt werden, bis der gewählte Kapazitätswert erreicht worden ist. Bei allen oben erwähnten Vorgehensweisen kann die Position des Stifts so eingestellt werden, daß der Spalt erzielt wird, der zum Erreichen des gewählten Kapazitätsniveaus erforderlich ist, was zu einer Ausbeute von praktisch 100 Prozent führt und wodurch von Vorrichtung zu Vorrichtung eine Konstanz erzielt wird. Hierdurch werden weitere Vorteile erzielt, indem das Frequenzverhalten oder der Dämpfungsfaktor infolge des von Vorrichtung zu Vorrichtung konstanten Luftspalts verbessert wird und das Anbrin-

gen von Anschlagflächen zum Verhindern eines zu weiten Fahrens erleichtert wird.

Eine modifizierte Ausführungsform ist in Fig. 7 dargestellt, wobei das Teil zum Befestigen des Blattelements anstelle des in Fig. 5 dargestellten Vollstifts 36 die Form eines becherförmigen Hohlstifts 36' annimmt. Der Hohlstift 36' kann wiederum aus dem gleichen Material wie das Blatt 40, beispielsweise 0,010 Zoll (0,25 mm) messender Legierung 42, bestehen und ist in die Bohrung 32 im Substrat 16 eingeführt. Das Blattelement 40 ist in einer Ausnehmung 42a einer geeigneten elektrisch isolierenden Halterung 42 angeordnet. Eine bewegliche Elektrode 42b ist in einem Hohlstift 36' aufgenommen, und eine stationäre Elektrode 42c ist in einer Bohrung 42d der Aufnahme 42 angeordnet und ist mit der Elektrode 42b ausgerichtet, um den Hohlstift 36' an das Blatt 40 anzuschweißen. Der Hohlstift 36' weist vorzugsweise ein in Fig. 7a dargestelltes mit einem Radius versehenes geschlossenes Ende 36b' auf, das als Schweißvorsprung dient.

Eine weitere modifizierte Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 9 dargestellt, wobei ein Substrat 16' mit einem Paar von Bohrungen 32' versehen ist, um eine verbesserte gegen ein Drehen gerichtete Steuerung eines am Substrat befestigten Blattelements zu erzielen.

In Fig. 10 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines Blattelements mit einem integrierten Quellenplattenabschnitt mit verbesserten thermischen Fehlereigenschaften dargestellt. Jegliche, wenn auch kleine, Differenzen des Wärmeausdehnungskoeffizienten der verbundenen Teile führen dazu, daß die Verbindung beansprucht wird, wenn an den verbundenen Materialien Temperaturänderungen auftreten. Die verbreitetste Wirkung dieser thermischen Beanspruchung ist ein als Bimalleffekt bezeichnetes Biegen des verbundenen Materials. Ein Blattelement 44 weist mehrere Eigenschaften auf, durch die die nach außen gerichteten Wirkungen des Biegens minimiert werden, die durch eine Fehlan-

19-05-98

14

passung der Wärmeausdehnung in der angebrachten Verbindung verursacht werden.

Wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen besteht das Blattelement 44 aus einem Material mit einem in bezug auf das Substrat, an dem es befestigt ist, gewählten Wärmeausdehnungskoeffizienten. Das Blattelement 44 weist einen Quellenplattenabschnitt 44a, den seismischen Schwerpunkt, auf, der an jedem Schenkel an einem jeweiligen Träger 44b angebracht ist, welcher durch einen Schlitz 44c definiert ist, der sich über die ganze Länge des Blattelements 44, d. h. entlang einer y-Achse, erstreckt. Jedes der entgegengesetzten Enden des Trägers 44b ist integriert an einer jeweiligen Seite eines mittleren Verstrebungsabschnitts 44d angebracht. Der mittlere Verstrebungsabschnitt 44d ist an jeder Seite an einem sich seitlich, d. h. entlang einer x-Achse, erstreckenden schlanken Isolationsträger 44e angebracht, der durch einen sich seitlich erstreckenden Schlitz 44f und einen gekrümmten Endabschnitt 44g des Schlitzes 44c definiert ist. Die Träger 44e sind ihrerseits über schlanke sich seitlich erstreckende Isolationsträger 44i und eine Gegenbiegungszone 44j mit einem Anbringungsabschnitt 44h verbunden. Die Träger 44i erstrecken sich oberhalb und unterhalb von Isolationsfenstern 44k und sind durch einen Schlitz 44l auf der Oberseite und einen Schlitz 44f auf der Unterseite definiert, wie in Fig. 10 dargestellt ist. Isolationsschlüsse 44m erstrecken sich vom Schlitz 44l aus nach unten und passen zu Endabschnitten 44n des Schlitzes 44f.

Am Anbringungsabschnitt 44h ist eine Schweißverbindung mit einem Befestigungselement hergestellt. Temperaturänderungen führen dazu, daß eine Biegebeanspruchung auf die Schweißzone wirkt, wodurch bewirkt wird, daß das Blattelement gebogen wird oder eine Krümmung entwickelt. Der sich aus dieser Krümmung ergebende Einfluß auf das Blattelement besteht darin, daß dem Blattelement im Anbringungsbereich eine gekrümmte Randbedingung auferlegt wird. Die Natur der Randbedingung ist kreisförmig und bewirkt ein Biegen um die x- und die y-Achse. Die in den Anbringungsabschnitt eingeschnittenen Fenster 44k erzeugen zwei

19.05.96

15

schlanke sich seitlich erstreckende Isolationsträger 44*i*, durch die die Steifigkeit des Anbringungsabschnitts verringert ist. Entlang der x-Achse sind die Träger so gebogen, daß in Richtung der z-Achse, also senkrecht zur Ebene, in der das Blattelelement liegt, eine "s"-Form gebildet ist, wodurch die Übertragung der Beanspruchungsrandbedingung verringert wird, statt daß sie als ein steifer Hebelarm wirken, was ohne die Fenster 44*k* der Fall wäre. Die Trägerelemente 44*i* verdrehen sich auch auf die in y-Richtung auferlegte Randbedingung hin. Durch Isolationseinschnitte 44*m*, 44*n* wird die Fähigkeit der Trägerelemente 44*i*, sich zu verdrehen, erhöht. Die Gegenbiegungszone 44*i* erstreckt sich von den Isolationseinschnitten 44*m* zum gekrümmten Schlitz 44*g* hinab. Die Funktion der Gegenbiegungszone besteht darin, restliche in x-Richtung wirkende Biegebeanspruchungen auf die x-Richtung zu beschränken. Die seitliche Position des Kurvenschlitzes 44*g* bezüglich des Schlitzes 44*f* ist so gewählt, daß schlanke Träger 44*e* definiert werden, die sich seitlich im allgemeinen parallel zum Träger 44*i* zum mittleren Verstrebungsabschnitt 44*d* hin erstrecken. Falls der gekrümmte Schlitz 44*g* zu den Trägern 44*b* hin nach außen bewegt würde, würde eine in y-Richtung wirkende Beanspruchungskomponente auftreten, wodurch der mittlere Verstrebungsabschnitt 44*d* zum Neigen gebracht würde und der Kondensatorspalt am Quellenplattenabschnitt 44*a* geändert würde. Der mittlere Verstrebungsabschnitt 44*d* ist ein steifer Bereich, um eine weitere Übertragung der Randbedingungsbeanspruchung zu unterbinden. Das Endergebnis dieser Anordnung von Trägern und Löchern besteht darin, das allmähliche Verringern in der Schweißverbindung erzeugter thermischer Beanspruchungen zu ermöglichen, ohne daß der Kondensatorspalt am Quellenplattenabschnitt 44*a* geändert wird.

Die entscheidenden Gesichtspunkte des Blattelements 44 zum ermöglichen eines guten Fallverhaltens sind jene, die Beanspruchungskonzentrationen während einer in der Querachse auftretenden Erschütterung minimieren, während sie in Meßrichtung ein hohes Maß an Flexibilität ermöglichen. Das Merkmal des gekrümmten Schlitzes 44*g* weist einen relativ großen Radius auf, um Kerbenbeanspruchungen durch einen Fall entlang der x-Achse zu

19.05.90

16

verringern. Die verjüngten Abschnitte 44o und 44p der Träger 44b sind verjüngt, um die auf die Bögen, wo die Träger 44b mit dem mittleren Verstrebungsabschnitt 44d verbunden sind, wirkende Momentbeanspruchung zu minimieren. Die Breite des Schlitzes 44c ist so gewählt, daß ermöglicht ist, daß die Gegenbiegungszone 44j als ein Querachsenanschlag wirkt. Hierdurch werden die in den Trägern 44b erzeugten Beanspruchungen minimiert. Der Schweißverbindungsreich ist über dem Schwerpunkt des Blattelements positioniert, um eine während eines Querachsen-Erschütterungstests auftretende Torsions-Scherbeanspruchung der Schweißstelle zu minimieren.

Die Größe des Quellenplattenabschnitts 44i ist zum Steuern des Preßfilm-Dämpfungsfaktors gewählt. D. h., daß der Abschnitt 44i schwingt, wenn die Größe zu gering ist, und daß er nicht empfindlich genug ist, wenn sie zu hoch ist. Die Träger 44b weisen eine derartige Größe auf, daß eine angemessene Bewegung der seismischen Masse, d. h. des Abschnitts 40i, erzielt wird. Das Blatt wird unter Verwendung einer Standard-Leiterrahmenverarbeitung für integrierte Schaltungen chemisch geätzt, um ein spannungsfreies flaches Teil vorzugsweise in Rollenform zu erzielen. Durch das Befestigen der Teile auf Rollen werden Beschädigungen durch das Handhaben und den Transport verringert und es wird ein schnelles automatisches Zusammensetzen ermöglicht.

In den Figuren 11 und 12 ist ein Stift 36" dargestellt, der mit mehreren sich in Längsrichtung erstreckenden Rippen 36a" versehen ist, die vorzugsweise eine mit einem Radius versehene äußere Umfangsfläche aufweisen. Die Rippen können durch irgendein geeignetes Mittel, beispielsweise durch Einprägen im gleichen Abstand angeordneter flacher Abschnitte 36d", die jeweils 90° abdecken, gebildet werden, wobei drei Rippen übrig gelassen werden, die jeweils 30° abdecken, und wobei jede Rippe einen Außendurchmesser aufweist, der vor dem Einprägen mit dem des Stifts vergleichbar ist, der jedoch geringfügig größer ist. Zur Verwendung mit einer Bohrung mit einem Durchmesser von 0,099/0,097 Zoll (2,51/2,46 mm) ist ein Stift 36" annehmbar,

19.05.98

17

falls er durch einen 0,1015 Zoll (2,58 mm) messenden Ringspalt hindurchtritt und durch einen 0,1005 Zoll (2,55 mm) messenden Spalt nicht hindurchtritt. Wie weiter oben erwähnt wurde, kann eine annehmbare Einführungskraft irgendwo zwischen etwa 10 und 200 Pfund (zwischen etwa 44 und 890 N) liegen. Insbesondere wurde mit Bezug auf den Stift aus den Figuren 11 und 12 herausgefunden, daß eine zwischen 50 und 100 Pfund (zwischen 200 und 440 N) liegende Einführungskraft geeignet ist. Die Enden 36b" des Stifts 36" weisen einen geeigneten Radius von beispielsweise 0,125/0,280 Zoll (3,18 bis 7,11 mm) auf, um als Schweißvorsprung zu dienen, so daß jedes der Enden in die Bohrung eingeführt werden kann.

Ein in den Figuren 13 - 15 dargestelltes Substrat 16" kann aus dem gleichen Material, beispielsweise 94prozentigem Aluminiumoxid, bestehen, wie das weiter oben erörterte Substrat 16. Eine Bohrung 32" ist in der Mitte einer oberen Fläche 26" angeordnet, und der Stift 36" kann derart in die Bohrung 32" gedrückt werden, daß sich die Schweißvorsprungsfläche 36b" um eine in Fig. 15 dargestellte gewählte Strecke "s" über die Fläche erstreckt. Das Blattelement 44 ist durch einen Schweißverbindungsabschnitt 44a am Substrat 16" befestigt, um die Schweißvorsprungsfläche 36b" mit einem Quellenplattenabschnitt 44i zu verschweißen, der entlang der Nachweisplatte 24 ausgerichtet ist und sich in einem Abstand über dieser befindet. Um den gewünschten Abstand zu gewährleisten, können Abstandshalter aus Kapton oder ähnlichem zwischen dem Blattelement 44 und der Fläche 26" auf entgegengesetzten Seiten des Verbindungsabschnitts 44a angeordnet werden, oder es können speziell bearbeitete Befestigungen verwendet werden. Wie weiter oben mit Bezug auf das Blattelement 40 beschrieben wurde, kann das Blattelement 44 jedoch vorzugsweise vor oder nach dem Einführen in die Bohrung 32" an den Stift 36" angeschweißt werden, und die Kapazität zwischen dem Quellenplattenabschnitt 44a und der Nachweisplatte 24 kann überwacht werden, wenn der Stift in der Bohrung bewegt wird, wobei die Bewegung im geeigneten Abstand unterbrochen wird, wenn der gewählte Kapazitätswert erreicht worden ist.

19-06-98

18

Es liegt auch innerhalb des Bereichs der Erfindung, einen Stift 36" mit einer glatten zylindrischen Fläche zu verwenden und eine Bohrung 32 mit mehreren Keilen 32a zu bilden, die um den Rand herum angeordnet sind und in die Bohrung vorstehen, so daß zwischen dem Stift 36" und den Keilen 32a ein Preßsitz gebildet wird, wie in Fig. 18 dargestellt ist.

Wenngleich die Erfindung mit Bezug auf spezielle bevorzugte Ausführungsformen von ihr beschrieben wurde, werden Fachleuten zahlreiche Abänderungen und Modifikationen unmittelbar verständlich sein. Es ist daher vorgesehen, daß die beigefügten Ansprüche im Hinblick auf den Stand der Technik so breit wie möglich interpretiert werden, so daß sie all diese Abänderungen und Modifikationen einschließen.

19.05.98

19

EP 0 652 440 (94307880.8-2213)

Patentansprüche

1. Beschleunigungssensor (10), enthaltend

ein Substrat (16) mit einer oberen und einer unteren Fläche, die einander gegenüberstehen, wobei wenigstens die obere Fläche elektrisch isolierend ist,

eine an der oberen Fläche des Substrats befestigte elektrisch leitende Nachweisplatte (24),

eine sich von der oberen zur unteren Fläche durch das Substrat erstreckende Bohrung (32, 32', 32'', 32'''),

ein in der Bohrung (36, 36', 36'', 36''') angeordnetes Befestigungselement,

ein elektrisch leitendes Metallblattelelement (40, 44) mit einem Anbringungsabschnitt, einem Quellenplattenabschnitt und einer sich zwischen dem Anbringungsabschnitt und dem Quellenplattenabschnitt erstreckenden integriert ausgebildeten elastischen Trägereinrichtung und

elektrisch leitende Schaltungswege (28), von denen einer elektrisch mit der Nachweisplatte verbunden ist,

wobei der Quellenplattenabschnitt unter Bildung eines Kondensators in einem gewählten Abstand über der Nachweisplatte liegt und bezüglich der Nachweisplatte auf eine Beschleunigungskraft ansprechend beweglich ist, um ein elektrisches Signal zu erzielen,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Befestigungselement elektrisch leitend ist,

daß das Befestigungselement ein Ende aufweist, das sich um eine gewählte Strecke über die obere Fläche des Substrats erstreckt,

daß der Anbringungsabschnitt des Blattelelements am sich über die obere Fläche des Substrats erstreckenden Befestigungselement fest angebracht und elektrisch damit verbunden ist,

19.05.96

20

daß das Befestigungselement einen äußeren Flächenabschnitt aufweist, der in die Bohrung eingreift und bei dem eine zwischen 10 und 200 Pfund (zwischen 44 und 890 N) liegende Kraft zum Einführen des Befestigungselements in die Bohrung erforderlich ist, um das Befestigungselement nach dem Einführen genau und fest an seiner Stelle zu halten, während dennoch eine Bewegung und Einstellungen des Befestigungselements für ein nach dem Einführen stattfindendes Kalibrieren ermöglicht sind,

und daß einer der elektrisch leitenden Schaltungswege (28) auch elektrisch mit dem Befestigungselement verbunden ist.

2. Beschleunigungssensor nach Anspruch 1, bei welchem der Anbringungsabschnitt durch Anschweißen am Ende des Befestigungselements angebracht ist.

3. Beschleunigungssensor nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei welchem der Anbringungsabschnitt des Metallblattelements bezüglich der Platte eingemittet ist.

4. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem eine zweite Bohrung (321) im Substrat zwischen der oberen und der unteren Fläche gebildet ist und ein zweites elektrisch leitendes Befestigungselement in der zweiten Bohrung angeordnet ist, wobei das zweite Befestigungselement ein Ende aufweist, das sich über die obere Fläche erstreckt und am Anbringungsabschnitt des Metallblattelements fest angebracht ist.

5. Beschleunigungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Substrat aus 94-prozentiger Aluminiumoxidkeramik besteht und das Befestigungselement und das Metallblattelelement jeweils aus einem Metall mit einer nominellen Zusammensetzung von 42 % Nickel und restlichem Eisen zusammengesetzt sind.

6. Beschleunigungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Befestigungselement oder jedes Befestigungselement ein Hohlstift (36') mit einem geschlossenen En-

19.05.98

21

de ist, das das erwähnte sich über die obere Fläche erstreckende Ende bildet.

7. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem das Befestigungselement oder jedes Befestigungselement ein Vollstift (36) mit einem gerändelten äußeren Oberflächenabschnitt ist.

8. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem das Befestigungselement oder jedes Befestigungselement ein im allgemeinen zylindrischer Vollstift (36") ist, der eine Längsachse und mehrere sich in Längsrichtung erstreckende am Stift ausgebildete Rippen aufweist.

9. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem die Bohrung (32") oder jede Bohrung (32") mit mehreren in einem Abstand angeordneten Vorsprüngen versehen ist, die sich in die Bohrung hinein erstrecken und sich in einer im allgemeinen zur Längsachse der Bohrung parallelen Richtung erstrecken, und wobei das Befestigungselement eine im allgemeinen zylindrische Umfangsfläche aufweist.

10. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem das Befestigungselement oder jedes Befestigungselement ein im allgemeinen zylindrischer Vollstift ist, der eine Längsachse und drei in einem Abstand angeordnete sich in Längsrichtung erstreckende am Stift ausgebildete Rippen aufweist, wobei die äußere Fläche von jeder der Rippen gekrümmmt ist und um die äußere Umfangsfläche des Stifts herum insgesamt etwa 90° abdeckt.

19-05-96

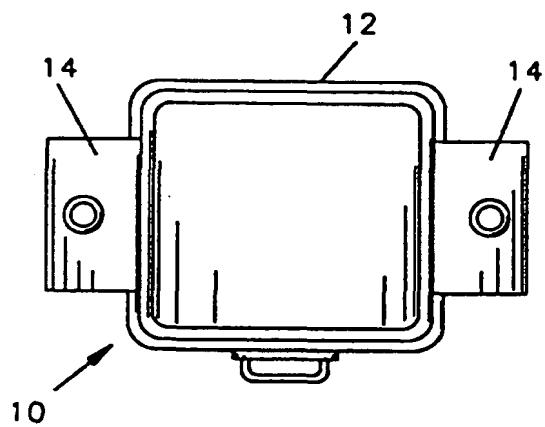


FIG. 1.

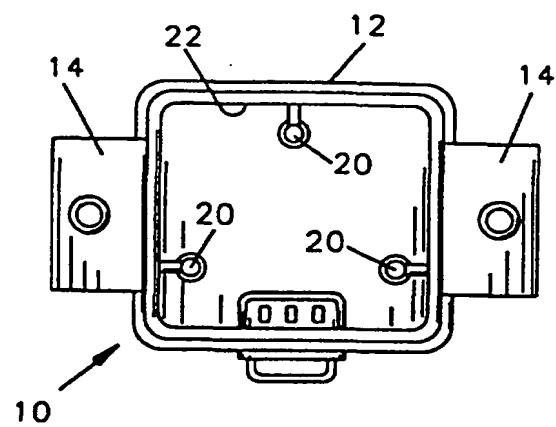


FIG. 2.

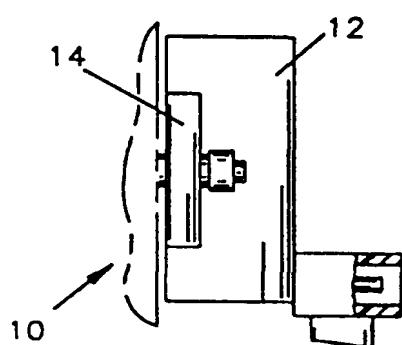


FIG. 3.

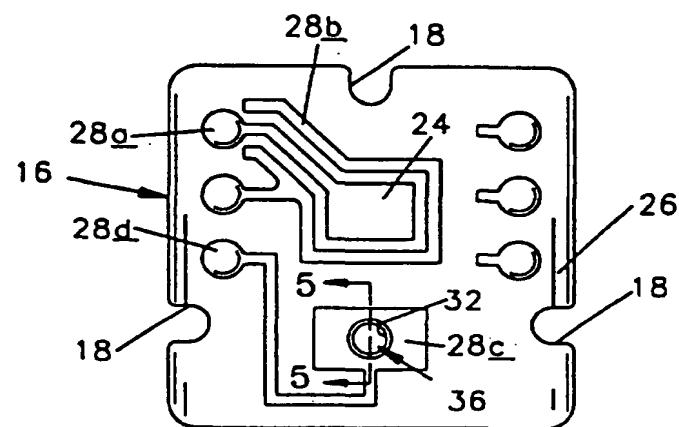


FIG. 4.

19-06-96

23

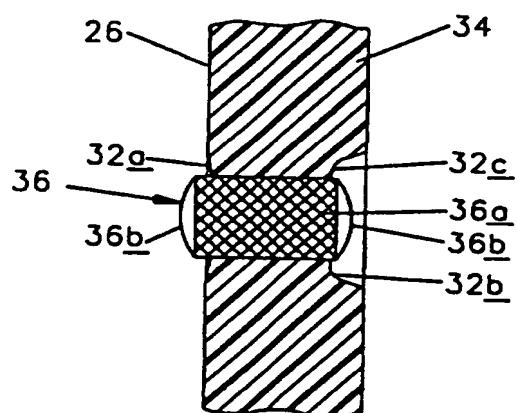


FIG. 5.

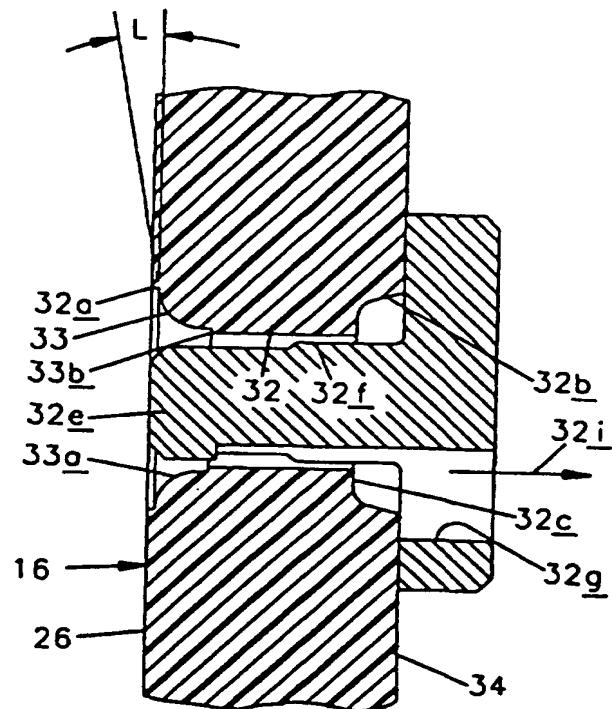


FIG. 5a.

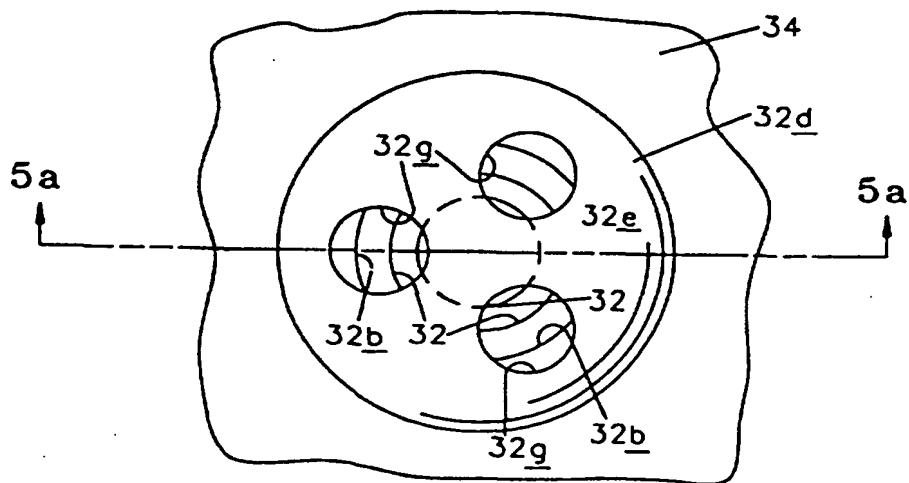


FIG. 5b.

19-05-96

24

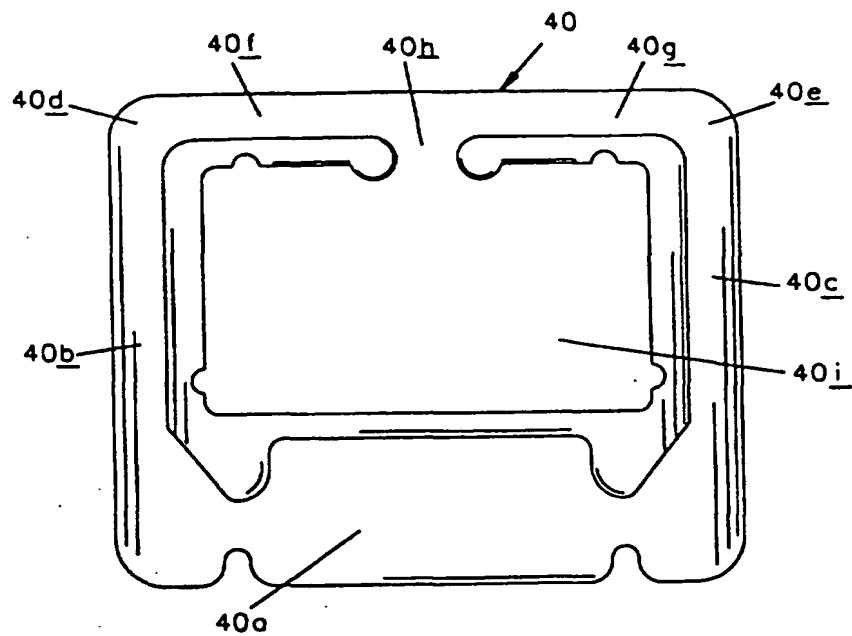


FIG. 6.

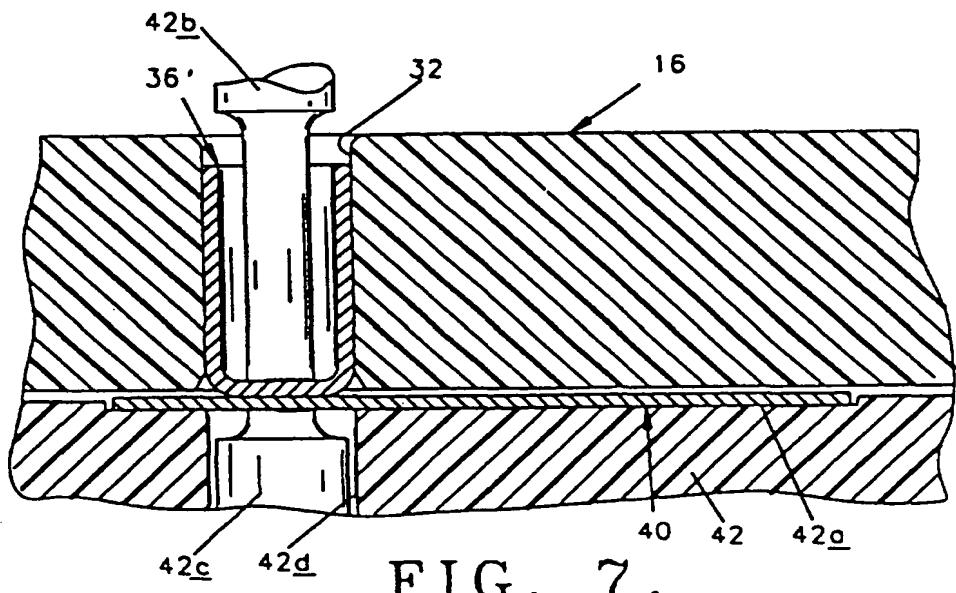


FIG. 7.

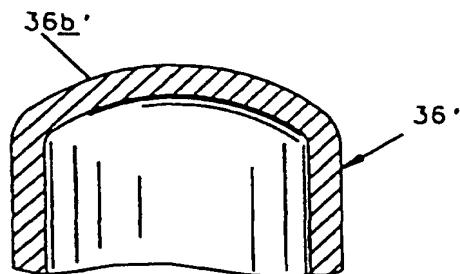


FIG. 7a.

19-05-96

25

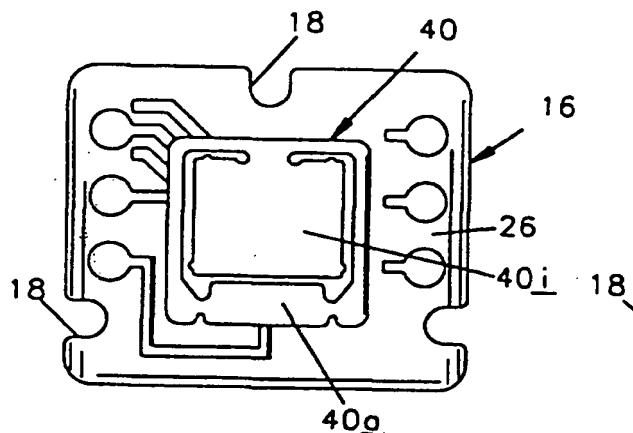


FIG. 8.

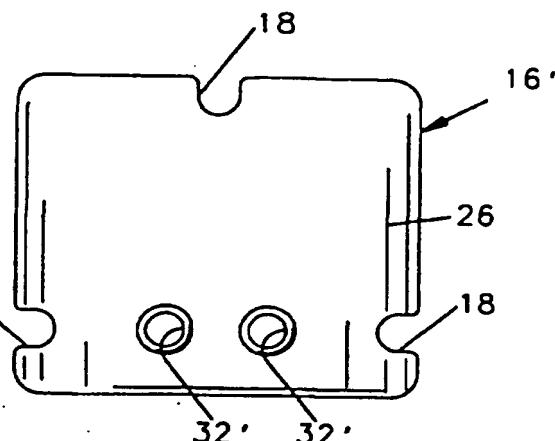


FIG. 9.

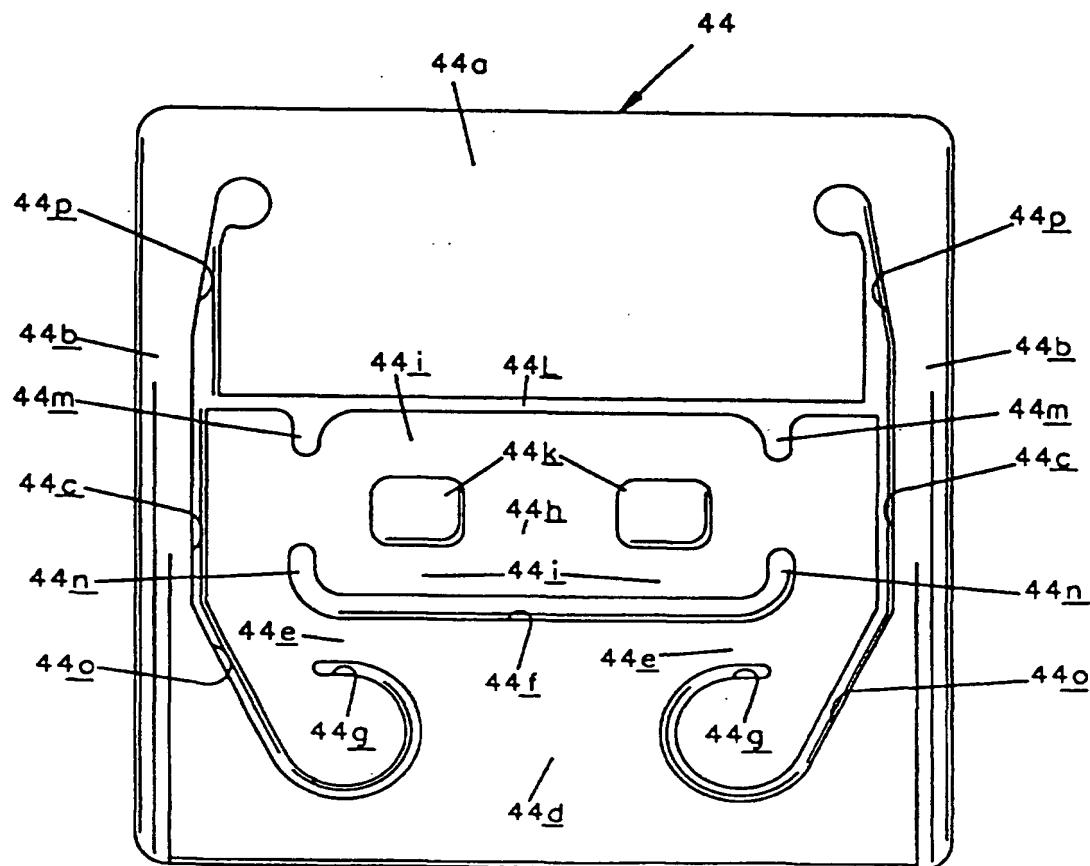


FIG. 10.

19-05-98

26

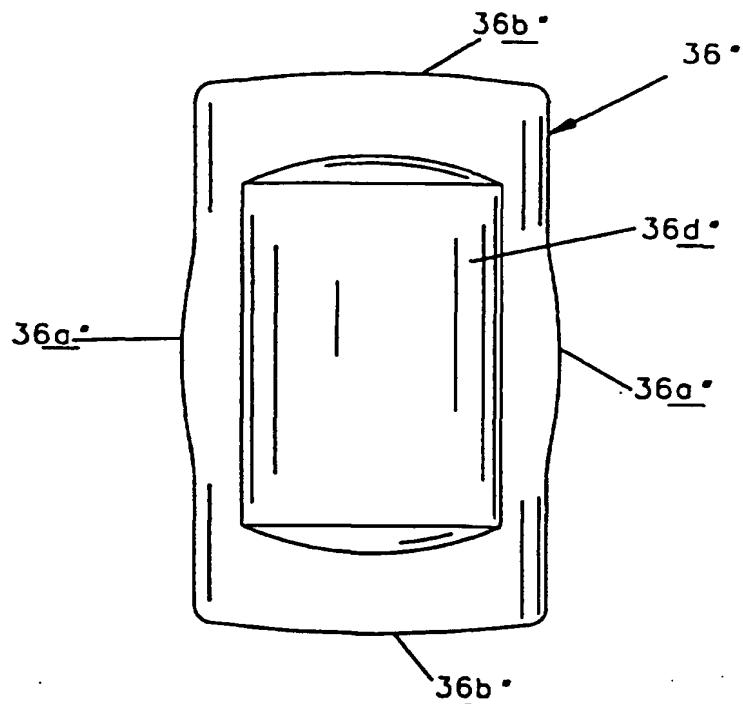


FIG. 11.

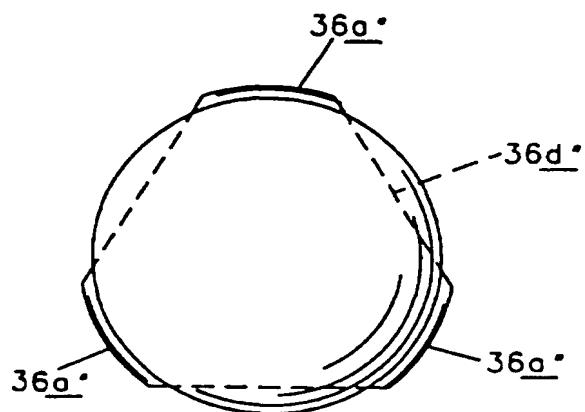


FIG. 12.

19-05-96

27

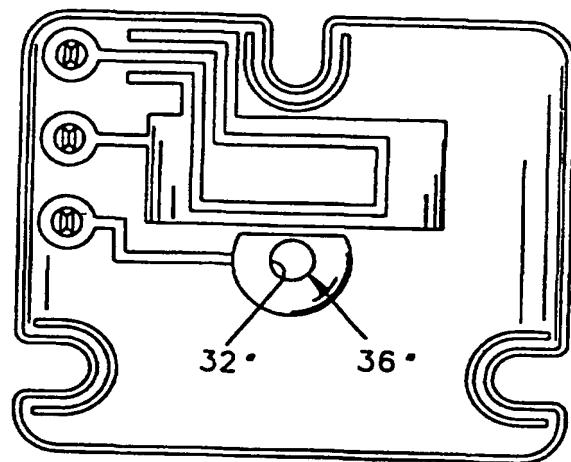


FIG. 13.

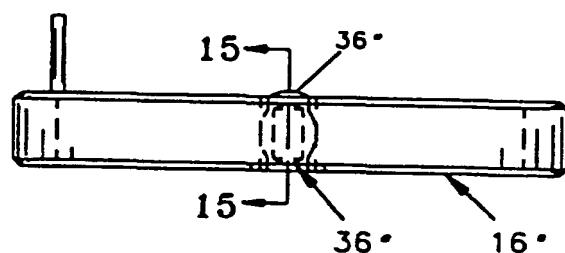


FIG. 14.

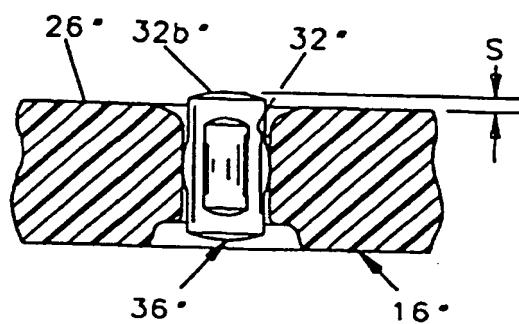


FIG. 15.

19-05-98

28

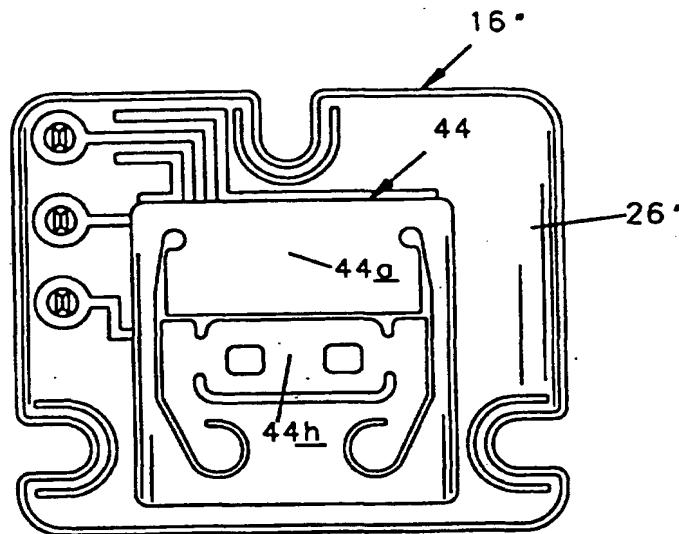


FIG. 16.

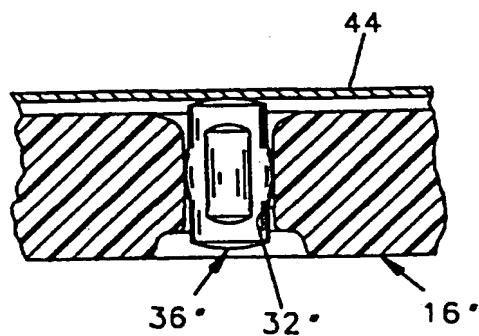


FIG. 17.

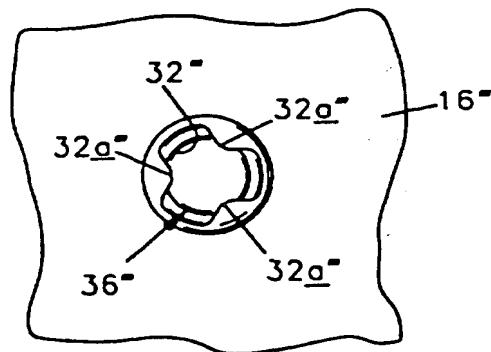


FIG. 18.

THIS PAGE BLANK (USPTO)